

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**CAMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI**

**MAIZA DE OLIVEIRA SOARES**

**EFEITO DA AERAÇÃO MECÂNICA NA QUALIDADE DA ÁGUA E GLICEMIA DE  
TAMBAQUIS CRIADOS EM TANQUES ESCAVADOS**

**PRESIDENTE MÉDICI-RO**

**2014**

**MAIZA DE OLIVEIRA SOARES**

**EFEITO DA AERAÇÃO MECÂNICA NA QUALIDADE DA ÁGUA E GLICEMIA DE  
TAMBAQUIS CRIADOS EM TANQUES ESCAVADOS.**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, como parte dos requisitos para obtenção do título em Engenharia de Pesca.

**Orientador:** Prof. Dr. Marlos Oliveira Porto

**PRESIDENTE MÉDICI - RO**

**2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Setorial 07/UNIR**

S676e

Soares, Maiza de Oliveira.

Efeito da aeração mecânica na qualidade da água e glicemia de tambaquis criados em tanques escavados / Maiza de Oliveira Soares. Presidente Médici – RO, 2014.

45f. ; + 1 CD-ROM

Orientador: Prof. Dr. Marlos Oliveira Porto

Monografia (Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, 2014.

1. Água. 2. Glicose. 3. Oxigênio. 4. Sangue. 5. Temperatura.

I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Porto, Marlos Oliveira.  
III. Título.

CDU: 639

Bibliotecário-Documentalista: Jonatan Cândido, CRB15/732



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**MAIZA DE OLIVEIRA SOARES**

**EFEITO DA AERAÇÃO MECÂNICA NA QUALIDADE DA ÁGUA E GLICEMIA DE  
TAMBAQUIS CRIADOS EM TANQUES ESCAVADOS**

**Esta monografia foi aprovada pela banca examinadora do Curso de Graduação em  
Engenharia de Pesca constituída pelos seguintes docentes:**

---

**Prof. Dr. Marlos Oliveira Porto  
Orientador**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jucilene Cavali**

---

**Prof. Me. Ricardo Bastos**

**Aprovado em: Presidente Médici - RO, 17 de dezembro de 2014.**

*Aos meus pais Ademir e Marly,  
Aos meus avós Genésio e Iracy  
por todo amor, apoio  
e confiança depositados em mim,*

*DEDICO.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela sabedoria que me foi concedida, pela sua infinita bondade e misericórdia e pelas pessoas que permitiu que entrassem na minha vida e que serão citadas logo abaixo. A ti seja dada toda honra e louvor.

Aos meus pais Ademir e Marly que sempre estiveram comigo, me deram todo apoio, confiaram em mim e sempre estiveram dispostos a me ajudar em qualquer circunstância principalmente pela confiança que me era conferida quando saía para coletas em campo e ficava alguns dias fora sem poder mandar notícias e aos congressos da vida que pude participar com o apoio e ajuda de vocês. Sei que é difícil pra vocês ficar alguns dias longe da filha única, mas saibam que toda experiência adquirida contribuiu para a minha formação profissional, então a vocês eu devo a minha eterna gratidão e meu muito obrigada, amo vocês!

Aos meus avós maternos Genésio e Iracy os quais tenho convivência diária, que sempre acreditaram em mim e com todo orgulho do mundo pronunciavam que a neta era “engenheira e cuidava dos peixes” a todos que perguntavam, por cada dia que meu avô me perguntava se os peixes estavam bem, por cada palavra que minha avó me disse em meus momentos de aflições e cada lágrima derramada junto a mim. Vocês são um pedacinho de mim.

A toda minha família aos de perto e de longe que sempre torceram e vibraram com cada conquista minha, se orgulharam e acima de tudo me amaram. Sou grata a Deus pela família maravilhosa que Ele me concedeu.

As minhas amigas da “casa amarela” que sempre estiveram comigo as quais pude encontrar ali irmãs que nunca tive, mas que Deus me proporcionou para me alegrarem e chorarem comigo em qualquer momento, obrigada minhas meninas: Danieli Naomi, Letícia Matias e Greice Leite pelas jantas, conversas, filmes, espetinhos, tererés, risadas, brigas e por cada diferença que temos, isso nos fortalece ainda mais. Também as agregadas Adriana e Camila, amo vocês minhas eternas!

Não posso esquecer da minha irmãzinha Vanessa Rocha, aquela que desde o primeiro período era convidada a almoçar na minha casa e conquistou o carinho da minha família, sempre me acolheu na sua casa para um “téris com pipoca” nos finais de semana, sempre ouvia meus desabafos e me dava os melhores conselhos...seu coração puro sempre me acalmou. Também obrigada pela parceria nas coletas e não posso esquecer de citar nossos amigos e parceiros Henrique, Douglas e Mario, pois a maioria dos campos que participei, estivemos juntos. Sempre me lembrarei das histórias de terror, dos banhos noturnos no meio do rio Machado, banhos dentro do barco, pernilongos, onças, noites mal dormidas em barracas e principalmente me lembrarei de como a lua é linda vista de um lugar sem qualquer iluminação e barulho e de como o sol é perfeito quando está “acordando” e se pondo diante de uma beleza imensurável que é na mata ou no meio do rio. Trabalhar e estar “no mato” com vocês por mais que fosse cansativo fisicamente era deliciosamente divertido!

Agradeço a Beatriz Andrade pela amizade e parceria em congressos, pelo guarda-chuva muitas vezes aberto e por sempre cantar comigo aonde quer que estivéssemos.

Ao meu amigo João Paulo pelas sábias palavras e confiança que sempre teve em mim, pelo apoio, pela insistência e por acreditar em mim mesmo quando eu dizia que não era capaz.

As minhas amigas que sempre se fizeram especiais para mim: Joane Paola, Claudia Dayane, Thais Borges, Danna Segóbia, Rafaela Parra e Marlice Ribas. Levo cada uma comigo!

Agradeço a todos navegantes da turma 2009/2 pelos cinco anos (muito bem) vividos. Desejo muito sucesso a cada um de vocês e que a perseverança e força de vontade continue em cada um dos corações! Vocês foram demais! “Contam nossas histórias de tristezas e glórias, o poema mais lindo que eu já li”.

Novamente agradecer ao Mario Lima. Obrigada pela força e disponibilidade em ajudar durante o experimento na base de piscicultura, por ter instalado os aeradores, por calcular e levar a ração, pelas aferições durante o dia dos parâmetros físico-químicos da água e pela companhia e ajuda quando fazíamos aferições de 24 horas. Agradeço pelas dicas, pelos telefonemas...enfim, por tudo! Vai parecer clichê, mas “eu não sei o que teria sido de mim sem você” hahaha, muito obrigada!

Ao Isaque, Sávio e demais vigilantes da base de piscicultura pelas ajudas e favores que me fizeram durante o experimento. Ao Antonio Marcos por ter ajudado no arraçamento dos peixes, nas adubações dos viveiros e nas aferições de 24 horas dos parâmetros da água. Aos colegas de faculdade que participaram das biometrias e coletas de sangue: João, Newmar, Lucas, Beatriz, Inaiê, Alexandre, Litssa, Alisson, Lorrayne, Greice, Missilene e Wesclen.

Ao meu colega de turma, amigo de coração e parceiro de trabalho, Ivan Dias. Muito obrigada meu amigo por ter me possibilitado participar do experimento e cuidar dos nossos “filhotinhos” durante aproximadamente 3 meses. Obrigada por sua humildade, paciência e bondade, pelos ensinamentos em laboratório e também fora dele. Você é uma pessoa incrível. Enfim, obrigada por tudo, desejo somente coisas maravilhosas a você!

A todos os professores do departamento de Engenharia de Pesca que se empenharam em nos ensinar e ajudar e que também contribuíram direta e indiretamente para nossa formação profissional, em especial ao Igor David, Rute Pontuschka e Clodoaldo Oliveira pelos ensinamentos, conselhos e puxões de orelha.

Ao professor Marlos Oliveira Porto por ter sido meu orientador, muito obrigada pelos ensinamentos!

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação profissional e estiveram comigo durante esses cinco anos, sejam com conversas, estágio ou projetos.

*“Emoção...*

*Os rios falam pelas cachoeiras,*

*Compaixão...*

*Os peixes nadam contra a correnteza,*

*Sím ou Não...*

*As dúvidas são partes da certeza (...),*

*Sonhar é a arte da vida...”*

*Almir Sater*



## RESUMO

**SOARES, M. O. EFEITO DA AERAÇÃO MECÂNICA NA QUALIDADE DA ÁGUA E GLICEMIA DE TAMBAQUIS CRIADOS EM TANQUES ESCAVADOS.** 2014. 45-f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, 2014.

Os fatores ambientais possuem influência sobre a saúde dos animais aquáticos e a piscicultura carece de informações sobre situações de estresse a fim de assegurar a saúde dos peixes. O presente estudo avaliou o efeito da aeração mecânica na qualidade da água e glicemia de tambaquis criados em tanques escavados. Foram utilizados 600 peixes sendo distribuídos 300 indivíduos em dois tanques, um com aeração artificial e outro sem. O experimento foi realizado em delineamento interimente casualizado, sendo dividido em três fases, sendo fase I, II e III aos 30, 60 e 90 dias respectivamente. Na fase I foi utilizada ração com teor de 36,0% de proteína bruta, na fase II de 32,0% e na fase III de 28%. As coletas de sangue foram realizadas na Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze. No laboratório a metodologia utilizada foi a GOD-Trinder do Labtest para Glicose Liquiform. As variáveis analisadas foram submetidas ao teste T de Student. Houve diferença significativa para o oxigênio dissolvido e temperatura ( $P < 0,05$ ) em ambos tanques. Não houve diferença para o pH ( $P > 0,05$ ). Não houve diferença significativa para os resultados de glicose sanguínea nas fases I e III de cultivo ( $P > 0,05$ ). Na fase II os resultados diferiram entre si para os tanques com aeração e sem aeração mecânica ( $P < 0,05$ ) e essa diferença sugere que o animal tenha sofrido estresse. O tambaqui teve boa adaptação ao viveiro com as condições menos favoráveis em relação a qualidade de água porém seu desempenho foi maior no viveiro que possuía aeração nas duas primeiras fases.

**Palavras-chave:** Água. Glicose. Oxigênio. Sangue. Temperatura.

## **ABSTRACT**

**SOARES, M. O. EFFECT OF MECHANICAL AERATION ON WATER QUALITY OF BLOOD GLUCOSE AND TAMBAQUIS CREATED IN EXCAVATED TANKS. 2014. 45-f. Monograph (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, 2014.**

Environmental factors have an influence on the health of aquatic animals and fish farming lacks information on stress situations to ensure fish health. This study evaluated the effect of mechanical aeration in water quality and tambaquis glucose created in excavated tanks. 600 fish were used with 300 subjects divided into two tanks, one with and one without artificial aeration. The experiment was realized in completely randomized design divided into three stages I, II and III after 30, 60 and 90 days respectively. In phase I was used to feed content of 36.0% crude protein in phase II and 32.0% in stage III 28%. Blood samples were taken at the Base of Fisheries Carlos Eduardo Matiaze. In the laboratory the methodology used was the GOD-Trinder of Labtest to Glucose Liquiform. The variables analyzed were submitted to test T of Student. There was a significant difference for dissolved oxygen and temperature ( $P < 0.05$ ) in both tanks. There was no difference in pH ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in the results of blood glucose in phases I and III of cultivation ( $P > 0.05$ ). In phase II the results differed for the aeration tanks with and without mechanical ventilation ( $P < 0.05$ ), this difference suggests that the animal has suffered stress. For fish had good adaptation to the nursery with the least favorable conditions for water quality but its performance was higher in the nursery that had aeration in phases I and II.

**Keywords:** Blood. Glucose. Oxygen. Temperature. Water.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	19
<b>Figura 2.</b> Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze.....	21
<b>Figuras 3 e 4.</b> Tanque com aeração mecânica.....	22
<b>Figura 5.</b> Arraçoamento dos peixes.....	24
<b>Figura 6.</b> Coleta de peixes.....	25
<b>Figura 7.</b> Análises nictemerais da água.....	25
<b>Figura 8.</b> Tubos de ensaio plásticos para acondicionamento do sangue e seringas de coleta.....	26
<b>Figura 9.</b> Coleta de sangue.....	27
<b>Figura 10.</b> Acondicionamento do sangue nos tubos plásticos.....	27
<b>Figura 11.</b> Fotômetro semi automático.....	28
<b>Figura 12.</b> Banho-maria.....	28
<b>Figura 13.</b> Macro centrífuga.....	28
<b>Figura 14.</b> Pipetas automáticas.....	28
<b>Figura 15.</b> Medida fotométrica .....	29
<b>Figura 16.</b> Oxigênio dissolvido (mg/L) da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I e II.....	33
<b>Figura 17.</b> Temperatura (°C) da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I e II.....	35
<b>Figura 18.</b> pH da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I e II.....	36
<b>Figura 19.</b> Prolapso labial.....	38
<b>Figura 20.</b> Níveis de Glicose ao zero dia, na fase I, na fase II e na fase III.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Fases, duração, diâmetro dos pellets e quantidade de ração na alimentação de <i>C. macropomum</i> .....	23
<b>Tabela 2.</b> Níveis de garantia das rações comerciais utilizadas nas diferentes fases de cultivo.....	23
<b>Tabela 3.</b> Volumes da amostra teste, padrão e reagente 1 utilizados na determinação da concentração de glicose nas amostras de sangue.....	29
<b>Tabela 4</b> – Valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e coeficiente de variação e probabilidade (Valor-P), de acordo com os tratamentos.....	31
<b>Tabela 5</b> – Valores médios de glicose, coeficiente de variação e probabilidade (Valor-P), de acordo com os períodos de avaliação e tratamentos.....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
3.1 Oxigênio e aeração.....	17
3.2 Espécie de estudo.....	18
3.3 Fator de estresse.....	19
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
4.1 Área de estudo.....	21
4.2 Delineamento experimental.....	22
4.3 Amostragens e coleta de sangue.....	24
4.4 Análise laboratorial.....	27
4.5 Análise estatística.....	30
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
5.1 Qualidade da água.....	31
5.2 Glicose.....	37
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade produtiva que nos últimos anos vem crescendo em relação à pesca, pois gera e difunde tecnologias, disponibiliza insumos e estimula a comercialização (KUBITZA, 2007).

O Brasil apresenta um dos maiores potenciais para a aquicultura, pois possui recursos hídricos abundantes e grande extensão territorial. Três quartos da área do país encontram-se na zona tropical, onde recebe energia solar abundante durante o ano todo. Há também um grande número de espécies nativas adequadas para a piscicultura (CASTAGNOLLI, 1992).

A piscicultura é uma atividade zootécnica que visa promover o cultivo de peixes em ambiente confinado, controlando seu crescimento, reprodução e alimentação, oferecendo ao mercado proteína animal de qualidade. O conhecimento das particularidades e necessidades da espécie, as boas prática de manejo, e as observações do peixe em seu habitat natural, proporcionam o sucesso da criação (BALDISSEROTTO, 2004).

Os fatores ambientais têm grande influência sobre a saúde dos animais aquáticos podendo ser determinantes do sucesso ou fracasso de um empreendimento aquícola. Torna-se necessário monitorá-los adequadamente, bem como conhecer as influências das variações ambientais sobre a resposta imunológica dos animais cultivados. Dentre os fatores de importância para se viabilizar a piscicultura, destaca-se o conhecimento dos componentes do sangue em peixes considerado uma ferramenta importante de diagnóstico da saúde dos animais (MARTINS et al., 2004a; RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004).

A preocupação com a saúde humana e a busca por uma alimentação mais equilibrada inclui, atualmente, o peixe na dieta alimentar de vários consumidores. Desta forma, tornou-se necessário ampliar o conhecimento das técnicas de propagação e manejo do peixe cultivado (BRAUN, 2005).

Nesse contexto, a criação de peixes é uma alternativa racional, de grande valor econômico e ecológico. No entanto, é preciso dar atenção à questão da sanidade aquícola que compreende toda prática em sistemas de produção que permita o desenvolvimento dos peixes em condição de saúde (FIGUEIREDO, 2007).

O tambaqui é uma das espécies nativas que se destaca na América Latina devido ao seu elevado valor comercial e sua grande importância econômica e social. Possui potencial para a aquicultura, pois se adapta ao confinamento e arraçamento (SILVA, et al., 2007), além de apresentar excelentes índices zootécnicos e grande valor de mercado. Sua produção

em confinamento nos últimos anos vem aumentando cerca de 11,5% da produção nacional em todo o país (OLIVEIRA et al., 2004).

Embora o tambaqui seja uma espécie com potencial para a piscicultura, situações de confinamento e manejo acabam gerando estresse, acarretando redução de consumo alimentar e diminuição da resistência imune, propiciando a ocorrência de doenças e muitas vezes mortalidade dos lotes (GONÇALVES, 2009).

Na piscicultura a água é um elemento de fundamental importância. Suas propriedades físico-químicas interferem na sobrevivência e crescimento de peixes cultivados. Quando os parâmetros de qualidade da água estão dentro dos valores adequados para o desenvolvimento das espécies, obtêm-se maior produtividade com menos custo (BRAUN, 2005).

A hipóxia pode ser o problema mais frequente a ser enfrentado pelos peixes tropicais podendo causar alteração no comportamento e afetar os processos fisiológicos e bioquímicos dos peixes, interferindo assim na alimentação, na limitação do crescimento, na eficiência da conversão alimentar e na reprodução (MORAES et al., (1997); PARMA DE CROUX (1994); KARIM et al., (2002); BALDISSEROTTO e RADÜNZ (2004).

Os aeradores promovem a mistura da água, reduzindo a estratificação vertical de temperatura e substâncias químicas. Tanto a aeração mecânica quanto o alto fluxo de água através dos viveiros fazem com que a água oxigenada seja distribuída do aerador ou da água de abastecimento para as demais partes do viveiro, e seu movimento auxilia a manter a alta eficiência de transferência de oxigênio na água, porque a água recém oxigenada é propelida para fora do aerador e substituída por água de menor concentração de oxigênio dissolvido (KIMPARA, 2011).

Embora haja literatura estudos sobre a bioquímica de teleósteos, pouco ou quase nada se conhece sobre a influência de estresse em sistemas de cultivo sem exposição ao ar quando comparados com a presença de algum tipo de aerador na fisiologia do tambaqui. Desse modo, o conhecimento das variáveis bioquímicas como a glicemia, podem proporcionar relevantes informações sobre alterações no estado fisiológico dos peixes.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar o efeito da aeração mecânica na qualidade da água e glicemia de tambaquis criados em tanques escavados.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a concentração de glicose;
- Analisar os parâmetros físico-químicos da água.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 OXIGÊNIO E AERAÇÃO

Alvarado (2003) comenta que a crescente demanda por peixes com tamanho comercial tem contribuído para o impulso no desenvolvimento da piscicultura de algumas espécies nativas. Assim, o aprimoramento das técnicas de produção implica, na necessidade de aumentar os estudos que gerem informações sobre a reprodução e larvicultura, a nutrição e alimentação e o melhoramento dos sistemas de criação das espécies de interesse.

Entre os parâmetros de qualidade de água que interferem diretamente no cultivo de peixes, destaca-se o oxigênio dissolvido. Vários fatores, como presença de fitoplâncton, luminosidade, pressão parcial do oxigênio na atmosfera, o processo de difusão, fotossíntese e presença de matéria orgânica dissolvida na água interferem na disponibilidade do oxigênio. Por isso, os níveis de oxigênio podem variar drasticamente durante o dia, provocando hipóxia ambiental, caracterizada pela redução da concentração de oxigênio, que causa impacto na vida aquática (BRAUN, 2005).

Segundo Braun (2005), as respostas metabólicas em resposta a situações estressantes, inclusive a hipóxia, podem variar entre as diferentes espécies de peixes, sendo assim, algumas espécies podem desenvolver estratégias adaptativas a fim de minimizar o efeito da hipóxia, porém, o uso destes mecanismos pode implicar num gasto extra de energia e como consequência, uma redução nas reservas para natação, alimentação, crescimento e outras atividades.

Animais aquáticos estão mais facilmente sujeitos a redução nas quantidades de oxigênio dissolvido no meio, que pode conduzir a uma hipóxia ambiental (RANTIN e MARINS, 1984), que causa impacto na vida aquática (KARIM et al., 2002). As alterações comportamentais e fisiológicas causadas pelas modificações ambientais são consideradas como respostas ao estresse (CHROUSOS e GOLD, 1992).

As concentrações de oxigênio dissolvido na água são dependentes da pressão parcial do oxigênio na atmosfera, o que varia com a altitude, temperatura da água e quantidade de substâncias nela dissolvida. Nos tanques de cultivo as principais fontes de oxigênio são fitoplâncton e plantas aquáticas (fotossíntese) oxigênio atmosférico (difusão), oxigênio da água adicionada (renovação de água) e aeradores mecânicos (ARANA, 1997).

O aerador é projetado para operação contínua, permite taxas mais altas de estocagem, maior produção e ganhos, menos mortalidade, menor estratificação, melhor utilização do

tanque, melhor conversão alimentar, boa mistura dos nutrientes, rápida decomposição dos detritos, menos problemas com emissão de odores (FAUSTINO, 1995)

O aerador chafariz além de incorporar oxigênio na água, proporciona a quebra de barreira de temperatura entre o fundo e a superfície do tanque, deixando-a mais homogênea, assim melhora a uniformidade e proporciona maior crescimento dos peixes (WEEMAC, 2011).

Braun (2005) comenta que o conhecimento do comportamento da espécie frente às variações de oxigênio dissolvido e análises bioquímicas são dados muito importantes para o aprimoramento de cultivo de peixe, pois a concentração de oxigênio dissolvido é um dos fatores de qualidade de água que mais afetam as espécies cultivadas, podendo levar os animais ao estresse quando as concentrações estão baixas.

Alguns autores como Plisetskaya e Kuz'mina (1971) ressaltam a importância que a glicose tem em animais superiores para o funcionamento dos tecidos (cérebro, sistema nervoso, eritrócitos, gônadas etc.) como também a habilidade dos mesmos em manter a concentração de glicose sanguínea em nível constante, além disso a glicose é um importante indicador para estudos em estresse fisiológico de peixes, por ser responsiva e facilmente realizada (GOMES et al., 2005).

### 3.2 ESPÉCIE EM ESTUDO

O *Colossoma macropomum* é da classe dos Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae. A espécie possui o corpo romboidal, com cor parda na metade superior e preta na metade inferior, escamas, nadadeira adiposa curta, dentes molariformes com margens afiadas para triturar (ROTTA, 2003), rastros branquiais longos e em grande número (NETO & PRADO, 2012), lábios grossos (SANTOS et al., 2006) e boca prognata.

Dos peixes amazônicos, o tambaqui é a espécie que mais se destaca na América latina, principalmente no Brasil (KUBITZA, 2012). Pode atingir um metro de comprimento padrão e pesar trinta quilos, é o segundo maior peixe de escamas da América do Sul (SANTOS et al., 2006).

**Figura 1** Tambaqui (*Colossoma macropomum*)



**Fonte:** tvabmanaus.blogspot.com.br

O tambaqui é um peixe bastante apreciado no país, principalmente, pela população da região Norte, o que justifica os recentes estudos, demonstrando evidências que a sua população nos lagos esteja reduzida pelo excesso de exploração pesqueira (GONÇALVES 2009). De acordo com Santos et al. (2006), pertence a família Characidae, é endêmico das bacias do Amazonas e Orinoco sendo muito comum em lagos de várzea além de possuir grande porte, podendo atingir no seu habitat natural até 100 cm de comprimento e mais de 30kg. É a principal espécie de peixe cultivado na Amazônia Ocidental, devido a sua importância regional e demanda crescente nos mercados nortistas do Brasil. É uma espécie onívora relativamente bem adaptada às condições de cativeiro, aceitando rações artificiais e completas com índices desejáveis de crescimento e conversão alimentar (INOUE et al., 2011).

### 3.3 FATOR DE ESTRESSE

De acordo com Tavares-Dias e Moraes (2003) a piscicultura tem necessidade de informações acuradas sobre a identificação e controle de situação de estresse e/ ou enfermidades, a fim de assegurar a saúde dos peixes.

O estresse é um fenômeno que tem sido amplamente estudado, tanto por razões teóricas quanto pelas suas implicações em atividades zootécnicas de interesse econômico. O estresse é conceituado como um estado do organismo frente situações de ameaça da perda da homeostase causada por algum fator estressor. Esse estado implica num conjunto,

relativamente, padronizado de respostas bioquímicas, fisiológicas e comportamentais (BARRETO, 2006).

Diversas pesquisas têm demonstrado a capacidade do estresse em inibir o desempenho reprodutivo de peixes (SMALL, 2004). A resposta ao estresse em peixes inclui uma considerável taxa de absorção de oxigênio pelas brânquias, em função do aumento da taxa de ventilação, da estimulação do fluxo branquial e da elevada capacidade de difusão do oxigênio (LIMA et al., 2006).

O estresse é uma alteração na homeostase do animal devido às condições ambientais em que se encontra e dentre muitas delas citamos a falta de oxigênio que é um parâmetro que afeta diretamente a saúde do mesmo. Segundo Ribeiro et al., (2012) esses processos que demandam energia, proveniente da mobilização de substratos energéticos do metabolismo reduzem o desempenho animal. Através de estudos bioquímicos é possível identificar as variações sanguíneas que ocorrem, entre elas ressaltamos a glicose que serve como indicador de fator estressor e suas taxas podem ser analisadas mediante a coleta e análise sanguínea.

Em cultivo, além dos fatores ambientais, o manejo, transporte e captura são fatores estressantes aos peixes (MARTINS et al., 2002). O conhecimento dos componentes do sangue e as suas funções são relevantes para o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas (AZEVEDO et al., 2006).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze (BPCEM) pertencente à Universidade Federal de Rondônia – Campus de Presidente Médici, do departamento de Engenharia de Pesca, no período de 01 de Março a 05 de Junho de 2014.

A BPCEM está localizada na Cidade de Presidente Médici – RO, aproximadamente 500 metros da BR 364 entre as coordenadas 110 09'' 56.78'''' de latitude sul e 610 53'' 52.05'''' de longitude oeste, elevada a 551 pés, com área de 40.000m<sup>2</sup> (Fig. 2) (LIMA, 2014).

**Figura 2.** Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze e tanques utilizados no experimento



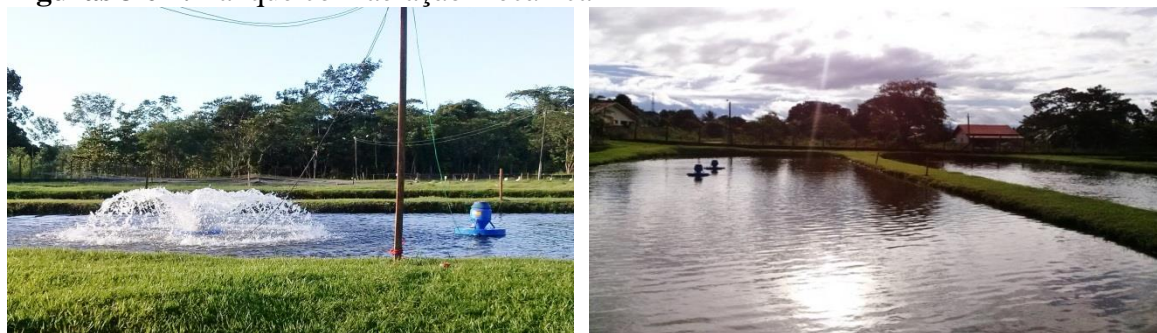
Fonte: Google Earth, 2014.

Foram utilizados dois tanques escavados, sendo um tanque com aeração artificial (CAA) e outro sem aeração (SAA). O tanque com aeração possuía área total de 567m<sup>2</sup> com

largura e comprimento de 13,15m e 43,10m, respectivamente; e o tanque sem aeração possuía área total de 578m<sup>2</sup> com largura e comprimento de 13,50m e 42,85m, respectivamente (Fig. 4 e 5) e ambos com profundidade média de 1,5 m.

A reposição da água nos tanques foi feita apenas para repor as perdas por evaporação e infiltração, mantendo-se os níveis de água constante. Foram feitas adubações nos tanques sempre que necessário aumentar a produtividade primária, utilizando superfosfato triplo e uréia, sendo usado na adubação de base 15g/m<sup>2</sup> e 5g/m<sup>2</sup> respectivamente com correções periódicas conforme necessidade vista através da leitura da transparência pelo disco de Secchi mantendo-se sempre no intervalo de 30 a 50cm.

**Figuras 3 e 4.** Tanque com aeração mecânica



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

#### 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram adquiridos 700 alevinos de tambaqui com peso médio de 10g e 60 dias de idade. A formação do plantel de juvenis durou 60 dias. Foram utilizados 600 peixes com peso médio de 235,76g e foram distribuídos ao acaso em dois tanques, sendo acondicionados 300 indivíduos em cada tanque. Desses indivíduos divididos entre os dois tanques, 180 foram medidos, pesados e coletado o sangue, sendo, dessa forma dividida as coletas em 30 dias, 60 dias e 90 dias.

Os peixes foram alimentados manualmente na frequência de três tratos diários (07h00; 12h00 e 18h00). Na fase I (durante os primeiros 30 dias), receberam ração comercial onívora com teor de 36,0% de Proteína Bruta (PB) e Granulometria 2-3 mm dos pellets. Na fase II (aos 60 dias de experimento), os indivíduos receberam ração comercial onívora com 32,0% de PB, com pellets de 4-6 mm de diâmetro e na fase III, durante 30 dias finais do experimento, os animais foram tratados com ração comercial contendo 28% de PB e granulometria de 8-10 mm dos pellets (Tabela 1 e 2).

A oferta de ração foi de 6,0%, 4,0% e 2,0% do peso corporal, para as fases I, II e III, respectivamente, sendo ajustada periodicamente nas biometrias (Figura 5).

**Tabela 1.** Fases, duração, diâmetro dos pellets e quantidade de ração na alimentação de *C. macropomum*.

Fases	Duração do período (dias)	Granulometria dos pellets (mm)	Taxa de alimentação <sup>1</sup>
I	30	2 a 3	6,0
II	30	4 a 6	4,0
III	30	8 a 10	2,0

<sup>1</sup>. Taxa de alimentação em % do peso corporal.

**Tabela 2.** Níveis de garantia das rações comerciais utilizadas nas diferentes fases de cultivo.

Item	Rações comerciais		
	36% PB <sup>1</sup>	32% PB <sup>1</sup>	28% PB
Cálcio (min)	12	15	10
Cálcio (max)	36	35	35
Extrato etéreo (min)	32	30	30
Fósforo (min)	11	10	10
Matéria fibrosa (max)	95	90	90
Matéria mineral (max)	150	150	150
Proteína bruta (min)	360	320	280
Umidade (max)	90	90	90

<sup>1</sup>Concentração por g/kg de ração, PB = proteína bruta.

As medidas biométricas e coletas de sanguíneas foram realizadas a cada 30 dias, coletando amostras em 10% dos indivíduos da população em ambos tratamentos.



**Figura 5** Arraçoamento dos peixes



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

#### 4.3 AMOSTRAGENS E COLETA DE SANGUE

A amostragem foi iniciada com um total de 700 peixes sendo capturados 30 indivíduos deste primeiro lote de forma aleatória para a coleta de sangue. A partir da segunda coleta foram selecionados 30 indivíduos de cada viveiro de forma aleatória representando 10% dos peixes alocados em cada tanque. Foram realizadas coletas com intervalo de 30 dias, utilizando rede de arrasto (Figura 6).

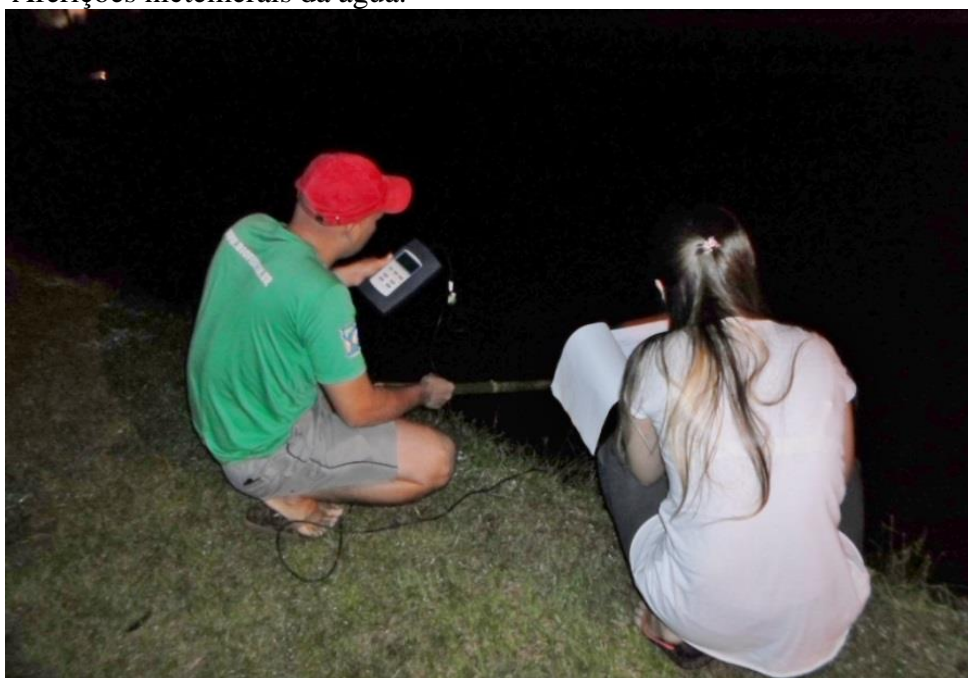
**Figura 6** Coleta de peixes



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

As aferições semanais do oxigênio dissolvido (mg/L), pH e temperatura (°C) e aferições nictemerais na fase I e II, ou seja, análises realizadas durante um período de 24 horas foram feitas com o equipamento eletrônico (sonda multiparâmetros) (Figura 7).

**Figura 7** Aferições nictemerais da água.



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

A coleta, preparação e armazenamento de sangue foram realizadas de acordo como Procedimento Operacional Padrão (POP) adotado, visando minimizar os erros inerentes ao processo de coleta. As amostras de sangue foram obtidas com os indivíduos em jejum de 24 horas, pois peixes mantidos em jejum consomem menos oxigênio, excretam menos amônia e gás carbônico, toleram melhor o manuseio envolvido nas despescas, classificações, transferências e transporte e defecam menos na água de transporte (KUBITZA, 2009).

As coletas de sangue foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias (fases I, II e III respectivamente) de experimento, todas no período da manhã. Na coleta foram usados os seguintes materiais: seringa com agulha, tubo de ensaio de plástico com volume de 5,0 mL, anticoagulante contendo inibidor de glicose (Figura 8) e luvas. O sangue foi coletado introduzindo a agulha (10 cm por 10 mm) próximo à coluna vertebral, na região caudal e inclinando-a no ângulo de 45°, sendo coletado um volume de 5,0 mL de sangue (Figura 9).

O anticoagulante usado foi o Glistab (Labtest Ref. 29 - composto por fluoreto de potássio (19,44%), solução líquida, de cor azul, sendo armazenados sob temperatura de até 23 °C.

**Figura 8** Tubos de ensaio plásticos para acondicionamento do sangue e seringas de coleta



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.



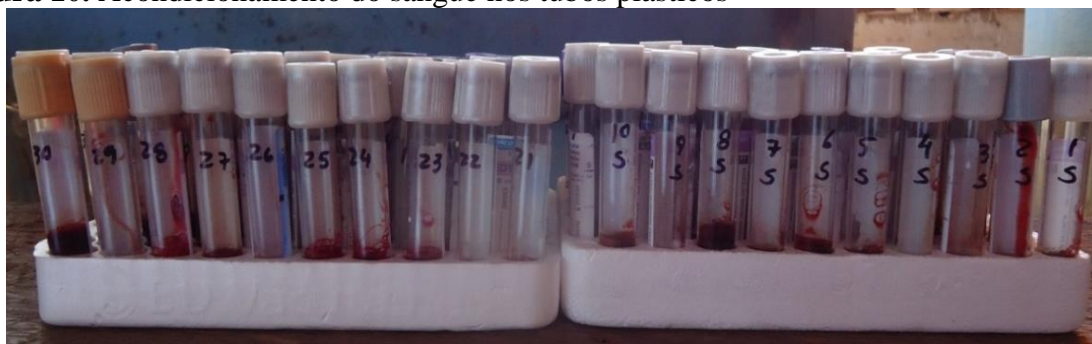
**Figura 9** Coleta de sangue



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

Nas amostras de sangue tratadas com antiglicolítico, a concentração da glicose permanece estável até 8 horas, por isso, após a coleta o sangue foi armazenado nos tubos de plástico dentro de uma caixa de isopor com gelo e em seguida foi realizada a análise laboratorial (Figura. 10).

**Figura 10.** Acondicionamento do sangue nos tubos plásticos



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

#### 4.4 ANÁLISE LABORATORIAL

As amostras de sangue foram levadas ao Laboratório Dilab no Hospital São Paulo, em Cacoal, para análise da glicemia. A metodologia usada foi a GOD-Trinder do Labtest para Glicose Liquiform.

Os materiais necessários utilizados foram: Fotômetro semi-automático modelo Quick Lab (marca Drake) (Figura 11); banho-maria (Figura 12); macro centrífuga (Figura 13); pipetas automáticas para medir amostras e reagente (Figura 14); cronômetro; tubos de

hemólise e estantes plásticas para tubos de hemólises. Foi utilizado o banho-maria mantendo a temperatura constante de 37°C.

**Figura 11** Fotômetro semi-automático



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

**Figura 12** Banho-maria



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

**Figura 13** Macro centrífuga



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

**Figura 14** Pipetas automáticas



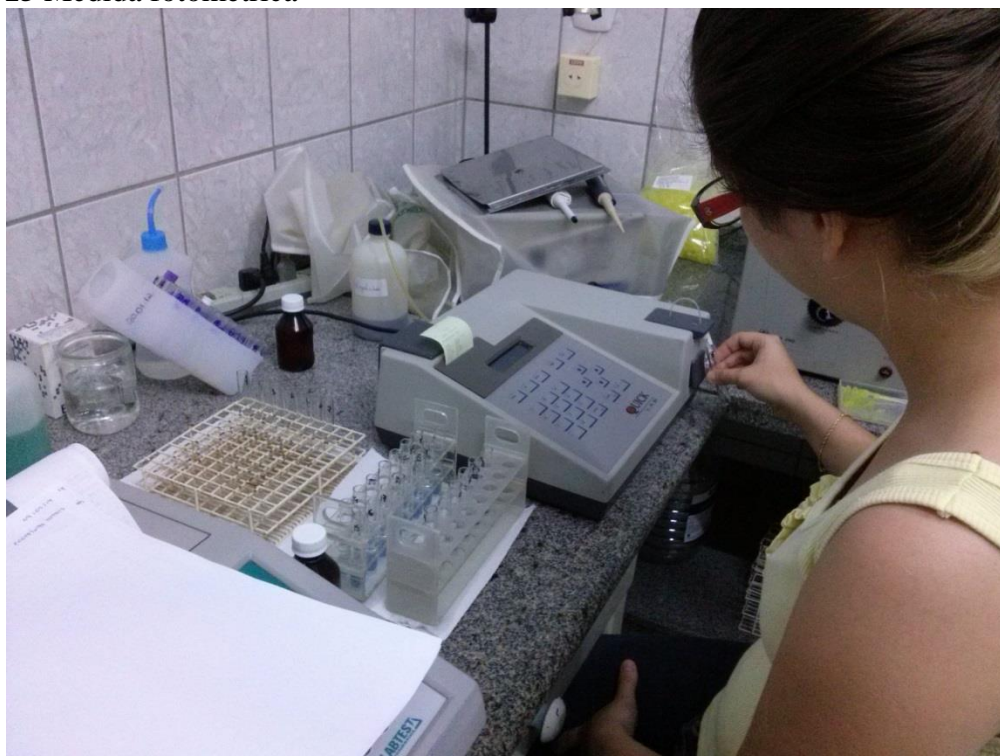
Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Foi utilizado um reagente para esse sistema, o Reagente 1 (composto por tampão pH 7,5, fenol, glicose oxidase, peroxidase, 4-aminoantipirina, azida sódica e surfactantes) que deve ser armazenado sob temperatura entre 2 e -8° C. Após o manuseio foi armazenado e bem vedado a fim de que se evitasse a evaporação.

As amostras de sangue foram colocadas na macro centrífuga por cinco minutos a fim de separar o plasma sanguíneo das hemácias. Após esse procedimento, as mesmas foram submetidas a uma galeria de estantes plásticas onde foi adicionado 0,01 mL da amostra de sangue, 0,01 mL da amostra Padrão (contém glicose e biocida não tóxico) e 1,0 mL do Reagente 1 (Tabela 3).

As amostras de sangue condicionadas em tubos de ensaio foram misturadas e incubadas em banho-maria a 37°C, durante 10 minutos e ficaram com a cor estável em 30 minutos. Assim foi iniciada imediatamente a medida fotométrica mantendo a reação com temperatura controlada em 37°C (Figura 15).

**Figura 15** Medida fotométrica



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

**Tabela 3** Volumes da amostra teste, padrão e reagente 1 utilizados na determinação da concentração de glicose nas amostras de sangue.

Item	Branco	Teste	Padrão
Amostra (mL)	-----	0,01	-----
Padrão (mL)	-----	-----	0,01
Reagente 1 (mL)	1,00	1,00	1,00

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio da análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos com e sem aeração foram realizadas pelo teste T de Student, com nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 QUALIDADE DA ÁGUA

Houve diferença significativa para o oxigênio dissolvido ( $P < 0,05$ ) e também para a temperatura ( $P < 0,05$ ) entre os tanques. Não houve diferença significativa para os valores de pH ( $P > 0,05$ ) para os tanques CAA e (Tabela 4).

**Tabela 4** – Valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e coeficiente de variação e probabilidade (Valor-P), de acordo com os tratamentos

Variável	Tratamento		Valor-P	CV (%)
	CAA <sup>2</sup>	SAA <sup>2</sup>		
Oxigênio dissolvido (mg/dL) <sup>1</sup>	6,35a	3,56b	<0,0001	27,13
Temperatura (°C) <sup>1</sup>	29,24a	30,4b	<0,0001	2,80
pH	8,06	7,90	0,0796	3,94

<sup>1</sup> Média na linha seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste T de Student a 5% de probabilidade.<sup>2</sup>

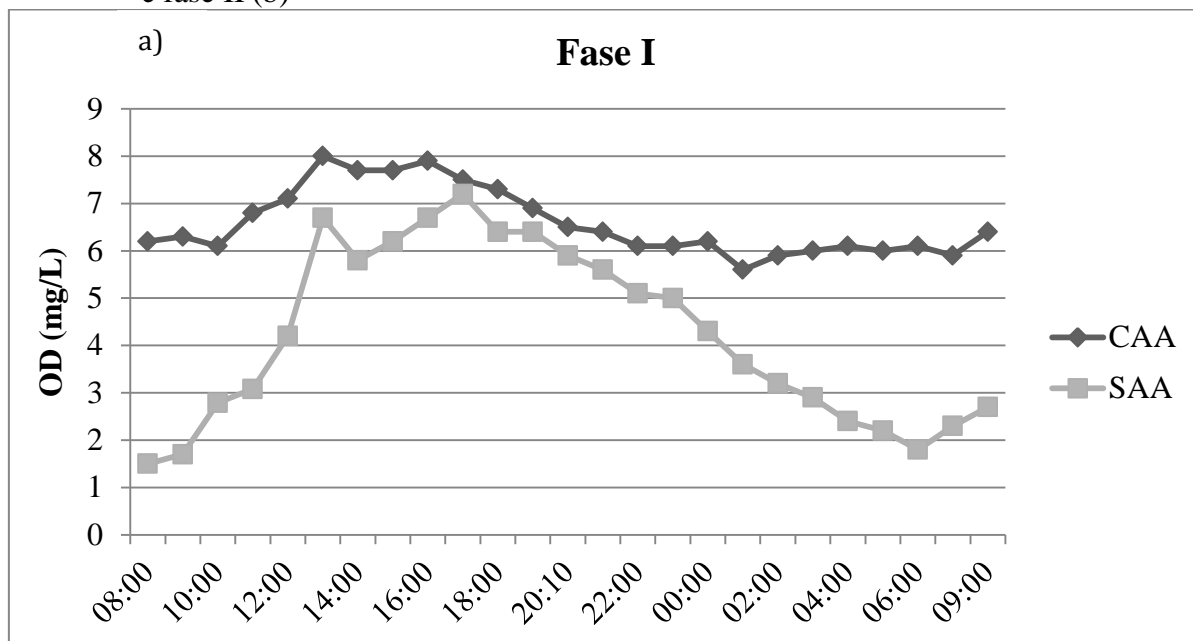
CAA = com aeração artificial, SAA = sem aeração artificial

Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

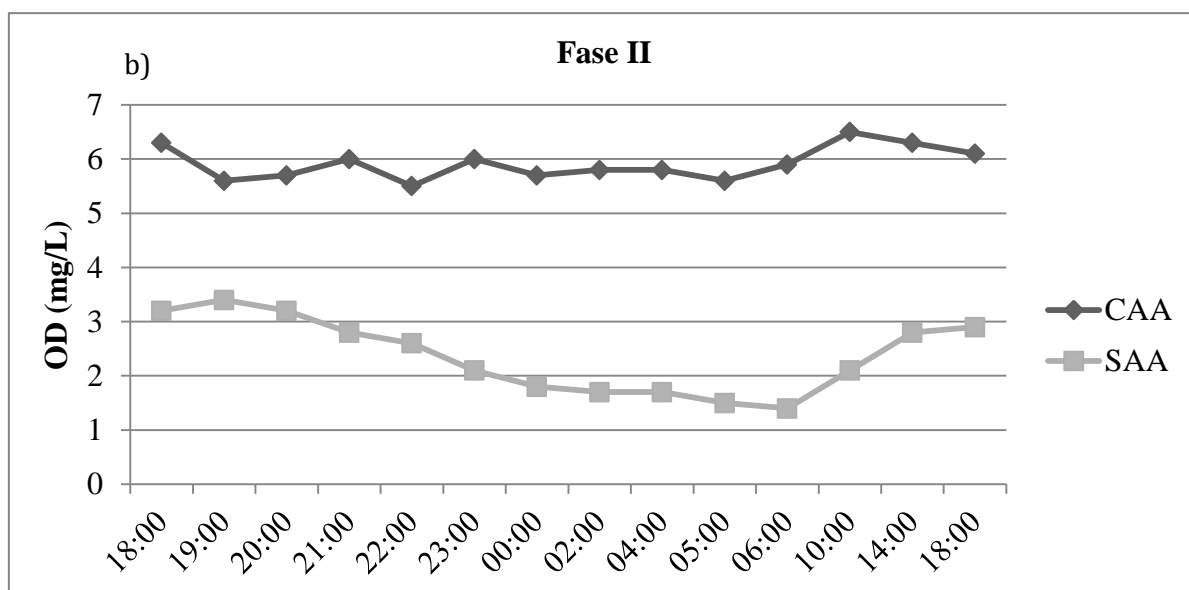
Castro et al. (2002) avaliando um sistema de produção de Tambaqui encontraram valores similares para esses parâmetros sendo 3,6mg/L, 30°C e 7,77, respectivamente para OD, temperatura e pH. Para os valores de OD no tanque CAA foi encontrado variação de 5,82 a 6,2mg/L nas aferições de rotina e para o tanque SAA as variações das aferições de rotina foram de 1,8 a 3,16mg/L. Os valores de OD para as aferições de 24 horas dos dias quinze de março e vinte e nove de abril estão apresentados nos gráficos abaixo, respectivamente (Figura 16).



**Figura 16** Oxigênio dissolvido (mg/L) da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I (a) e fase II (b)



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Através dos resultados obtidos é possível observar que às 13:00 horas há um aumento significativo nas concentrações de OD em ambas datas, principalmente no dia quinze de março quando a concentração foi maior para esta data, depois disso a concentração de OD diminui e volta a subir a partir das 15:00 horas tendo o seu pico às 17:00 horas para os tanques SAA em ambas datas. A partir das 18:00 horas as concentrações de OD diminuem e voltam a subir a partir das 06:00 horas.

O fitoplâncton realiza o processo de fotossíntese e respiração durante o dia, aumentando os níveis de oxigênio na água. As concentrações mais altas podem ser observadas ao entardecer. Já ao entrar da noite, a atividade fotossintética diminui rapidamente e a respiração provoca diminuição de oxigênio na água (ARANA, 1997; DIANA, 1997).

Dentre os fatores químicos indicadores da qualidade da água, o oxigênio é o mais importante, sendo essencial à vida dos organismos aquáticos (KUBITZA, 2003; ROCHA et al., 2004) e, quando em baixa concentração, pode atrasar o crescimento, reduzir a eficiência alimentar e aumentar a incidência de doenças e de morte (ESTEVES, 1998; KUBITZA, 2003).

Para a aferição do dia vinte e nove de abril na fase II a concentração de OD permaneceu abaixo de 2mg/L das 23:00 às 06:00 horas no tanque sem aeração, de acordo com Almeida (2010) abaixo desse valor o tambaqui começa a deprimir a taxa metabólica, podendo consequentemente, reduzir o desempenho produtivo e reprodutivo desta espécie.

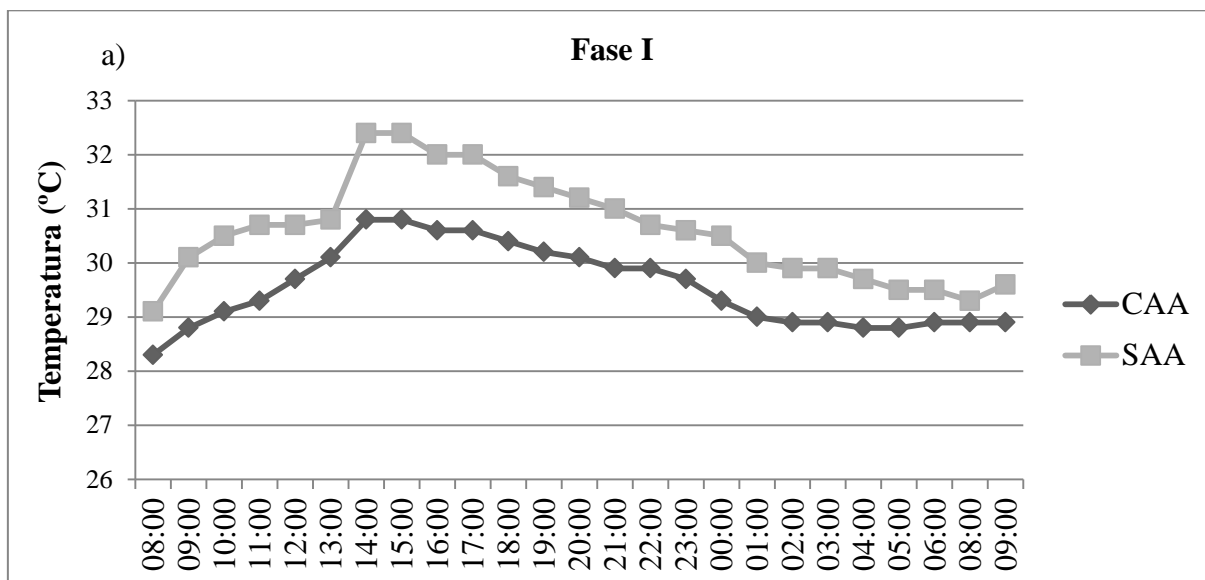
Para essa aferição nossos resultados estão de acordo com Boyd e Tucker, (1992); Baldisserotto, (2002) para o tanque com aeração quando descreveram que os níveis de oxigênio requeridos para a maioria dos peixes são ao redor de 5-6 mg/L. Para o tanque sem aeração Baldisserotto e Silva (2004) relatam que quando o oxigênio está abaixo de 3 mg/L, a situação é estressante para muitos peixes como o tambaqui, por exemplo, e níveis inferiores a 1 mg/L geralmente são letais. Esta situação ocorre com frequência em tanques de cultivo com pouca renovação de água, podendo ser temporária ou permanente, dependendo das condições ambientais.

Segundo Boyd (1990) valores de OD acima de 4 mg/L são adequados para o cultivo de peixes. Neste trabalho, estes valores são apresentados para o tanque com aeração mecânica nas fases I e II e para o tanque sem aeração na fase I entre as 12:00 e 00:00 horas, sendo assim o ambiente com aeração apresentou concentrações propícias para o cultivo dos peixes.

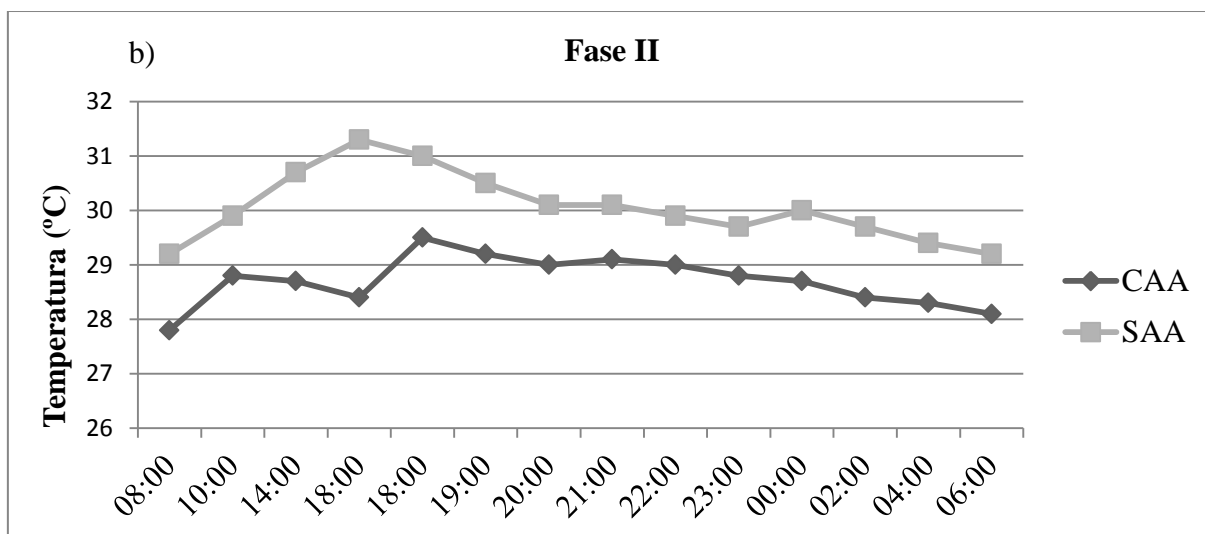
Masser et al. (1993) afirmam que abaixo de 4,0 mg/L geralmente causam estresse aos peixes, reduzindo o consumo de alimento e resistência a doenças. Valores próximos a este foram obtidos em ambos os tanques sem aeração mecânica, sendo para fase I a ocorrência desses valores foram registrados entre às 08:00 e 12:00 e de 00:00 às 09:00 horas.

A temperatura variou de 28,2 a 30,5°C nas aferições de rotina para o tanque aerado e de 27,9 a 31,08 °C para o sem aeração. Os valores para a temperatura nas aferições de 24 horas estão apresentados nos gráficos abaixo para os dias quinze de março e vinte e nove de abril (Figura 17).

**Figura 17** - Temperatura (°C) da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I (a) e fase II (b)



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

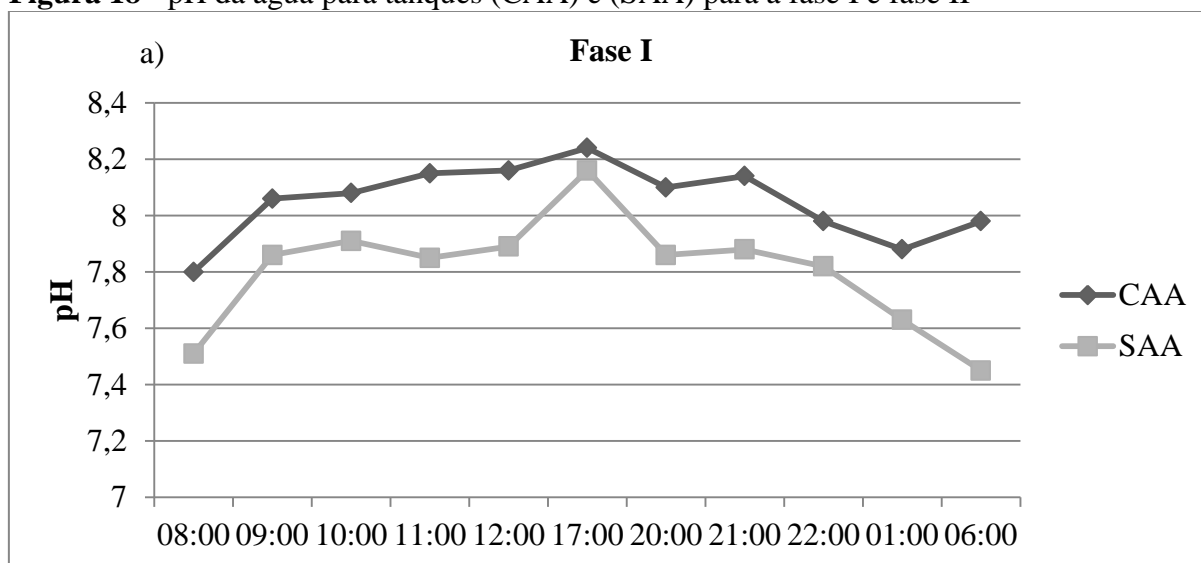
Na fase I as maiores temperaturas foram observadas às 14:00 e às 15:00 horas em ambos tanques CAA e SAA e as menores faixas encontram-se entre às 08:00 e às 09:00 horas. As temperaturas encontradas estão de acordo com Kubitza (1999) quando sugere a temperatura ideal para o cultivo de peixes tropicais de 28°C a 32°C. Na fase II a temperatura variou entre 27,8 e 32,4°C em ambos os tanques para as duas datas de aferições. Chagas et al. (2007) encontraram valores semelhantes avaliando a produtividade de tambaqui em tanque-rede com temperatura variando entre 28,4 e 33,13°C.

Para a fase I a temperatura atingiu 32,4°C e para a fase II 31,3°C no tanque sem aeração. Segundo Almeida (2010) as taxas metabólicas podem ser afetadas a partir de 30°C, aumentando o consumo de ração e a demanda por oxigênio dissolvido.

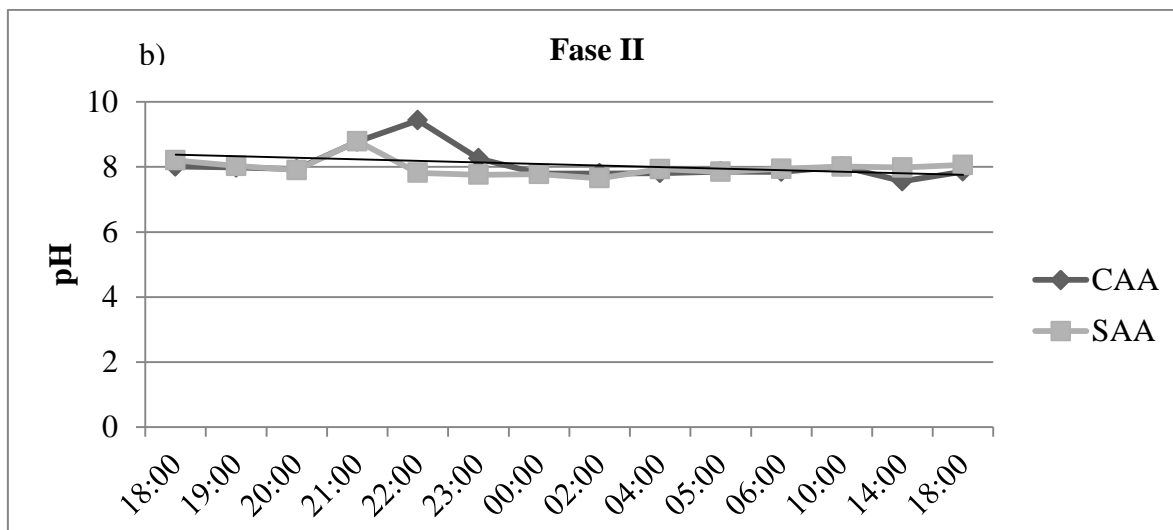
A concentração de oxigênio dissolvido é inversamente proporcional à temperatura e diretamente proporcional à pressão atmosférica, variando, ao longo do dia, em função da fotossíntese e da respiração (ESTEVES, 1998; KUBITZA, 2003). Essa descrição pôde ser observada no dia quinze de março no horário de 14:00 horas quando a temperatura atingiu seu pico enquanto as concentrações de OD encontravam-se baixas (Gráficos 1 e 3).

Para o tanque CAA os valores de pH variaram de 6,98 a 8,25 para as aferições de rotina e para o tanque SAA os valores variaram de 6,17 a 7,92. Os valores de pH para as aferições de 24 horas foram as seguintes (Figura 18):

**Figura 18 - pH da água para tanques (CAA) e (SAA) para a fase I e fase II**



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Os valores mais altos para o pH foram registrados entre 17:00 e 18:00 horas em ambos os tanques na fase I e para a fase II os valores mais altos foram entre às 21:00 e 22:00 horas para ambos os tanques SAA e CAA, respectivamente sendo o valor máximo de 9,43 para o tanque CAA.

Ferraz et al. (2009) analisando a variação nictemeral dos parâmetros físico-químicos da água de um viveiro de cultivo de tilápia encontraram valores semelhantes para o pH variando de 7,85 a 10,80.

Ceccarelli et al. (2000) descreveu que o pH ótimo para o cultivo de peixes tropicais deve permanecer entre 7,0 e 8,0 e Kubitzka (1999) descreve como valores adequados entre 6,5 e 8,5 para criação de peixes.

A maior estabilidade dos parâmetros limnológicos gera menor gasto de energia para regulação corporal e adaptação às condições ambiente, resultando em maior ganho de peso, conforme obtido em estudo paralelo por Medeiros (2014).

Os animais coletados nos tanques SAA possuíam tamanho e peso menores em relação aos do tanque CAA, assim, o consumo de oxigênio pelos peixes do tanque SAA diminuiu a concentração de oxigênio dissolvido da água, fazendo com que os peixes buscassem oxigênio na superfície e grande parte já havia desenvolvido prolapso labial (Figura 19). Pela distribuição observa-se uma concentração de indivíduos mais próximo a média do lote nos peixes que estavam no tanque CAA.

**Figura 19 - Prolapso labial**



**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2014.

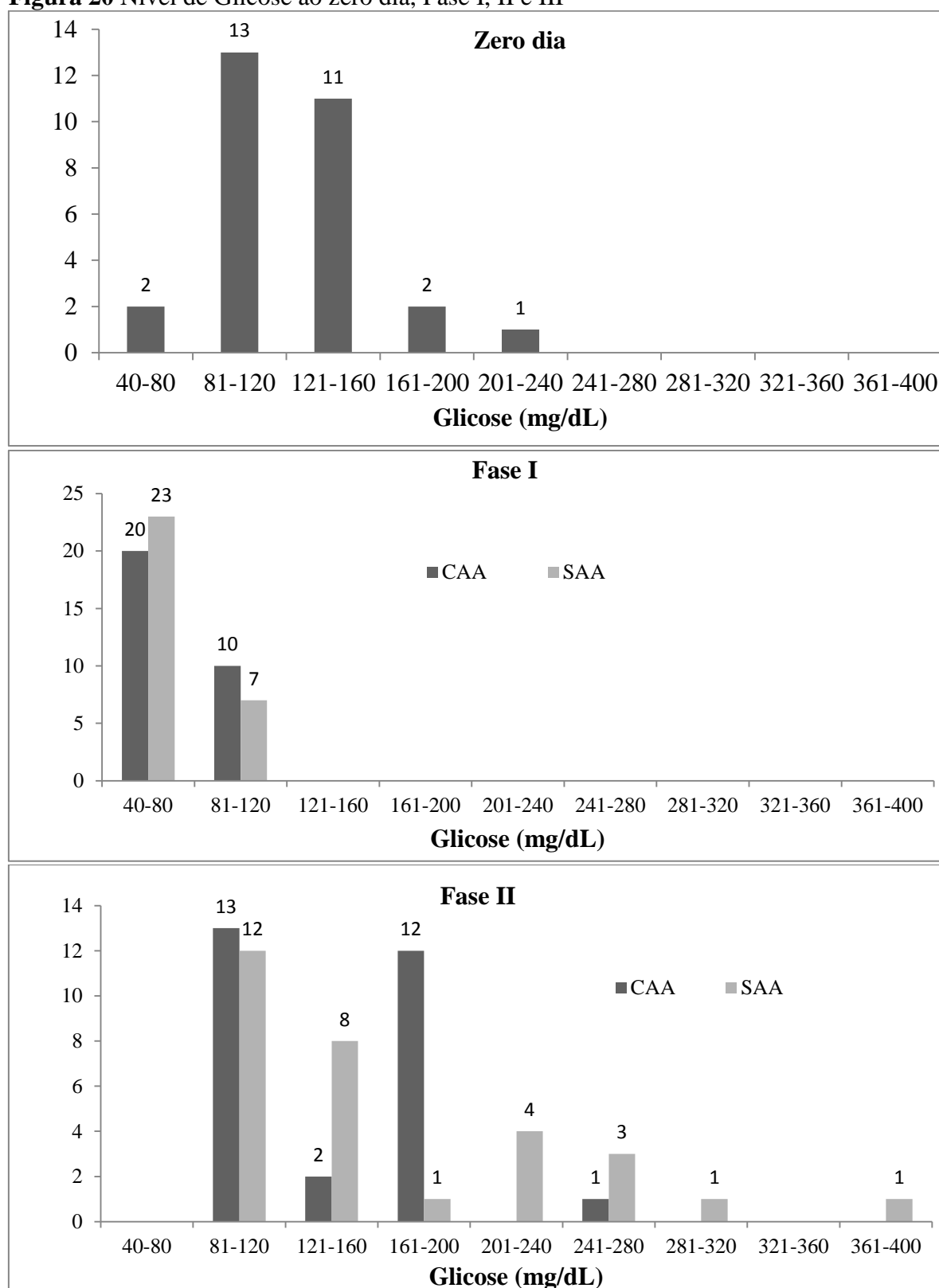
## 5.2 GLICOSE

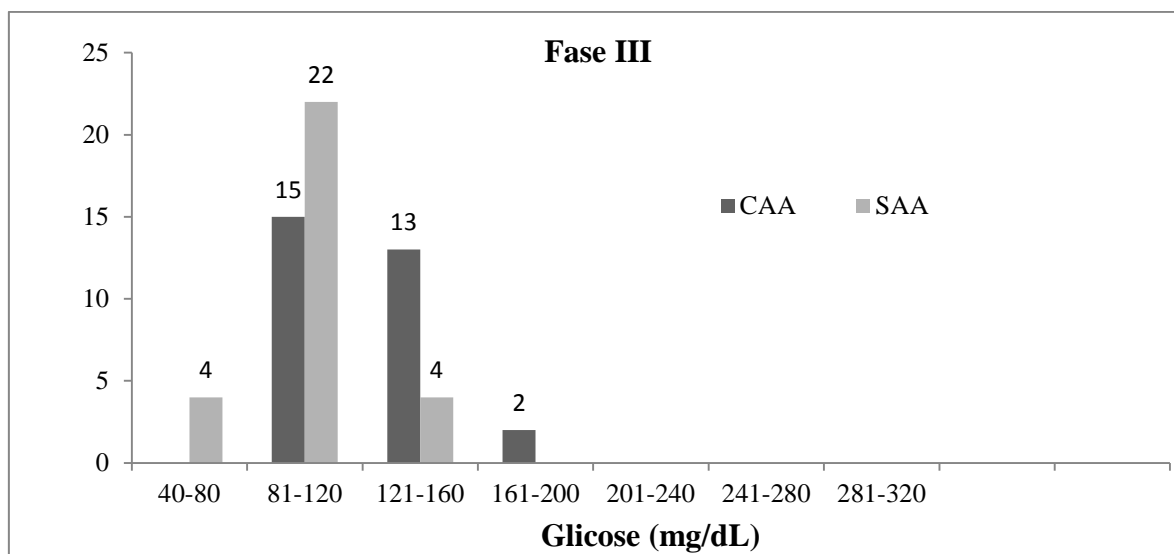
A classe mais representativa foi a de 81-120 mg/dL ( $n = 13$ ), seguida da classe 121-160 mg/dL ( $n = 11$ ) e a classe menos representativa foi a de 201-240 mg/dL ( $n = 1$ ).

Os resultados para a glicose tiveram maior concentração de indivíduos na classe de 40-80 mg/dL tanto para o tanque aerado como para o sem aeração ( $n = 23$  e  $n = 20$ ) com valores médios de glicose dentro destas classes de 77,13 e 70,42 mg/dL para CAA e SAA, respectivamente.

Na fase II os valores variaram bastante em relação à coleta anterior com presença de sete das nove classes para os valores de glicose. A classe com maior número de indivíduos foi a de 81-120 mg/dL ( $n = 13$  e  $n = 12$ ) em ambos os tanques, As classes 281-320 e 361-400 foram as menos representativas e apresentaram o mesmo valor de indivíduos ( $n = 1$ ) para o tanque SAA.

Na última coleta, na fase III, os valores de glicose variaram menos em relação à coleta anterior e apenas quatro classes foram representadas. A classe com maior número de indivíduos foi a de 81-120 mg/dL ( $n = 15$  e  $n = 22$ ) para os tanques CAA e SAA, seguida da classe 121-160 mg/dL ( $n = 13$  e  $n = 4$ ) em ambos os tanques (Figura 20).

**Figura 20** Nível de Glicose ao zero dia, Fase I, II e III



Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

As análises estatísticas mostraram que não houve diferença significativa para os resultados de glicose sanguínea nas fases I e III 30 e 90 dias ( $P > 0,05$ ). Para a coleta da fase II os resultados diferiram entre si para os tanques com aeração e sem aeração mecânica ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Valores médios de glicose, coeficiente de variação e probabilidade (Valor-P), de acordo com os períodos de avaliação e tratamentos.

Variável	Dia Zero	acordo com os períodos de avaliação e tratamentos.					
		30 dias		60 dias <sup>1</sup>		90 dias	
		Tratamento <sup>2</sup>					
		CAA	SAA	CAA	SAA	CAA	SAA
Glicose (mg/dL)	119,22	77,18	70,42	124,58a	164,54b	90,44	101,40
Média (mg/dL) <sup>3</sup>		73,80		144,56		95,92	
CV(%)		18,26		37,93		24,80	
Valor – P		0,0612		0,0078		0,0859	

<sup>1</sup> Média na linha seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de T de Student a 5% de probabilidade, para cada período de avaliação. <sup>2</sup> CAA = com aeração artificial, SAA = sem aeração artificial; <sup>3</sup> referente ao valor médio para os dois tratamentos em cada período.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Araújo et al. (2004) avaliando o efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui, encontraram valores médios similares para a glicose sendo de 78,96 mg/dL e de 70,95 mg/dL aos 30 minutos de exposição à formalina e para o tempo de recuperação, respectivamente. Esses valores estão de acordo com os resultados encontrados para os 30 dias de cultivo em ambos os tanques, CAA e SAA, sendo de 77,18



mg/dL e 70,42 mg/dL, respectivamente, que não diferiram para os peixes nos dois sistemas de cultivo.

Valores inferiores ao desse trabalho para a fase I foram encontrados por Merighe et al. (2004) analisando o efeito da cor do ambiente sobre o estresse em Tilápias do Nilo (*O. niloticus*) com média de 63 mg/dL para peixes isolados e de 0,68 mg/dL aos que foram submetidos ao estresse. As concentrações de glicose apresentadas neste trabalho corroboraram ao de Merighe et al. (2004), pois a concentração para os peixes do tanque CAA foi semelhante ( $P>0,05$ ) aos que estavam no tanque SAA.

Os níveis de glicose podem ser empregados para avaliar a intensidade do estresse em peixes, sendo assim, Iwama (1997) descreveu que para salmonídeos, valores abaixo de 72 mg/dL são indicativos de animais sem estresse. Embora salmonídeos sejam espécies tanto marinhas quanto dulciaquícolas, pode-se sugerir que aos 30 dias de cultivo os animais que permaneciam no tanque SAA não apresentavam sintomas de estresse ou estavam menos susceptíveis à essa situação.

Apesar de as condições em que estavam submetidos os animais do tanque SAA terem sido menos favoráveis em relação às condições do tanque CAA tendo em vista a quantidade de OD, temperatura e pH, ambos os valores médios para a glicose foram iguais e talvez pode ter sido devido ao estresse causado pela aeração mecânica para esta data, visto que, na fase II os valores mostraram o contrário.

Corroborando com o resultado encontrado para os peixes do tanque SAA aos na fase II (Tabela 2), Zuim et al. (1988), encontraram para *P. mesopotamicus* em situações de cativeiro valores médios de 156,6mg/dL para glicose sanguínea. Em relação ao tanque com aeração, Tavares-Dias et al. (1998) trabalhando com *C. macropomum* em condições de cultivo encontraram valor médio de 116,7mg/dL.

Na fase II, para o tanque CAA, Araújo et al. (2004) obtiveram valores de 125,51 mg/dL quando os peixes foram expostos por 30 minutos a formalina, sendo semelhante ao deste trabalho, no qual as concentrações de glicose plasmática foram de 124,58mg/dL. Além disso, supõe-se que os peixes encontraram-se mais estressados nessa fase de acordo com o aumento da glicose obtida através das análises, pois, em resposta ao estresse, a mobilização da glicose ocorre como meio para fornecer energia extra ao animal, para que este possa superar o distúrbio imposto (BARTON e IWAMA, 1991; WENDELAAR BONGA, 1997).

Em situações de estresse, as concentrações de glicose sanguínea nos peixes aumentam rapidamente como mecanismo fisiológico de defesa, uma vez que o organismo prepara-se

para fuga ou combate, necessitando de fonte de energia de fácil metabolização e imediata utilização (COSTA, 2014).

A concentração de glicose plasmática é utilizada como um dos principais indicadores de estresse em peixes, especialmente em razão dos valores permanecerem elevados por mais tempo em indivíduos estressados, podendo variar de acordo com o estímulo estressante a que os mesmos são submetidos e com o ambiente em que são mantidos, como relatado por Vijayan et al. (1997), Omoregie (1998), Martins et al. (2004), Barcellos et al. (2001), Gomes et al. (2003) e McCormick et al. (2003).

Oba et al. (2010) descreveram que a resposta ao estresse em peixes inclui o aumento da taxa de captação de  $O_2$  pelas brânquias, como resultado dos aumentos da taxa ventilatória, do fluxo sanguíneo branquial, da capacidade de difusão e do transporte de  $O_2$  pelo sangue.

Em relação aos valores médios de glicose na fase III de cultivo, Medeiros et al. (2004) encontraram valores semelhantes para a glicose sanguínea de 90mg/dL, que corrobora com a concentração encontrada de 90,44 mg/L para os peixes do tanque CAA. Para os peixes do tanque SAA, Souza et al. (2012) encontraram valores médios semelhantes a este trabalho de 101,40 mg/dL para a glicose, sendo de 96,65 mg/dL avaliando a frequência de alimentação para juvenis de tambaqui .

Na fase II houve diferença ( $P < 0,05$ ), entre os dois tratamentos, sendo observadas maiores concentrações de glicose para os peixes que estavam no tanque SAA, sugerindo assim que esses animais que estiveram com quantidade de OD reduzida poderiam estar em situação estressante. Contudo, na fase III o valor médio de glicose para os indivíduos do tanque SAA e CAA não diferiram quanto a concentração de glicose com valor médio de 95,92 mg/dL.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os parâmetros físico-químicos da água encontravam-se dentro do recomendado para a espécie nos tanques aerados artificialmente, recomendando-se o sistema de aeração como forma de melhorar a qualidade da água.

A presença do aerador foi eficiente para o tanque, pois através dos dados obtidos de pH, oxigênio dissolvido e temperatura, os valores mostraram-se mais elevados para este tanque fazendo com que o ambiente fosse mais propício ao cultivo em relação ao ambiente não aerado.

A utilização da aeração para tambaquis, cultivados em tanques escavados, pode manter as concentrações de glicose mais baixas, o que sugere maior conforto para estes animais, podendo influenciar no desempenho dos peixes.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. C. **Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818), alimentados com diferentes taxas de carboidrato/lipídio.** Dissertação de doutorado em genética e evolução, São Carlos, SP, 2010.
- ALVARADO, C.E.G. Treinamento alimentar de Pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos. Dissertação de mestrado, Centro de aquicultura da UNESP/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 72pp, 2003.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura:** uma versão para peixes e camarões. Florianópolis: Ed. UFSC, 1997.
- ARAÚJO, L. D., CHAGAS, E. C., GOMES, L. C., BRANDÃO, F. R. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.3, p.217-221, 2004.
- AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; FRANCISCO, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 32(1): p. 41-49, 2006.
- BALDISSEROTTO, B. Biologia do Jundiá. In: BALDISSEROTTO, B. & RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM. p. 67-71, 2004.
- BALDISSEROTTO, B. e SILVA, L. V. F. Qualidade de água. In: BALDISSEROTTO B. e RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM. p. 73-92, 2004.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 212p, 2002.
- BARRETO, R. E. **Efeitos de estressores e do cortisol na memória em peixes**. Dissertação de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2006.
- BARCELLOS, L.J.G.; WOHL, V.M.; WASSERMANN, G.F.; QUEVEDO, R.M.; ITTZE, I.; KRIEGER, M.H. 2001 Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard), a South American catfish. **Aquaculture Research**. Oxford, 32:121-123.
- BARTON, B.A.; IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Diseases**, v.1, p.3-26, 1991.
- BOYD, C. E. e TUCKER. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 183pp, 1992.
- BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Birmingham Publishing, 1990.

BRAUN, N. **Sobrevivência, crescimento e parâmetros metabólitos teciduais em alevinos de Jundiá *Rhamdia quelen* expostos a diferentes níveis de oxigênio dissolvido**. Dissertação de mestrado em Produção Animal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2005.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 189 p, 1992.

CASTRO, A. L., SOUZA, N.H., BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**, Aracaju, SE, 2002.

CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; Volpato, G. **Dicas em Piscicultura**. Botucatu: Santana, 247 p. 2000.

CHROUSOS, G. P. e GOLD, P. W. The concepts of stress and stress system discords. **JAMA**. v. 267, n. 9 p. 1244-1252, 1992.

DIANA, J. S., SZYPER, J. P., BATTERSON, T. R., BOYD, C. E & PIEDRAHITA, R. H. Water quality in ponds. In: *Dynamics of pond aquaculture*. (ed. by Egna, H. S., Boyd, C. E. pp. 53-71. United States, CRCPress, 437 pp, 1997.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAUSTINO, A. 1995. **Aerador móvel de lagoa e tanque para piscicultura**. Disponível em <http://www.patentesonline.com.br/aerador-m-vel-de-lagoa-e-tanque-para-piscicultura-157699.html#adsense1>, acesso em 15/08/2014.

FERRAZ, D. R., AMARAL, A. A. **Variação nictemeral dos parâmetros físico-químicos da água de um viveiro de cultivo de tilápia**. Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

FIGUEIREDO, H. C. P. Sanidade Aqüícola. **Panorama da Aqüicultura**, vol. 17, nº 100, março/abril, p. 49-51, 2007.

FRIEDRICH, P. **Aerador flutuante**. Disponível em: <http://www.patentesonline.com.br/aerador-flutuante-231030.html>, acesso em 15/08/2014. 2008.

GOMES, L. C.; ROBACH, R.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; URBINATI, E. C. Transpor of pirarucu *Arapaima gigas* juveniles in plastic bag. **Acta Amazonica**. 33(4), p. 637-642, 2003.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; CRESCÊNCIO, R.; PESSOA, M. A.; SILVA, A. L. F.; CARVALHO, E. S.; ANDRADE JUNIOR, G.; BRITO, M. V. T. ; PORTO, M. S. A. Validation of a simple portable instrument for measurement of blood glucose in four amazon fishes. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, Calcutta, v. 20, p. 101-109, 2005.

GONÇALVES, A. **Hematologia e macrófagos policariontes em *Colossoma macropomum*, mantidos em duas densidades de estocagem, alimentados com dieta contendo probiótico e espirulina**. Dissertação de Doutorado. Centro de Aqüicultura da Unesp. Jaboticabal, 2009.

INOUE, L. A. K. A., BOIJINK, C. L., RIBEIRO, P. T., SILVA, A. M. D., AFFONSO, E. G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. **Acta Amazonica**, 41(2): 327 – 332, 2011.

IWANA, G.K. Stress in fish. **Annals of the New York Academy of Science**, v.851, p.304-310, 1997.

KARIM, MD. R.; SEKINE, M.; UKITA, M. Simulation of eutrophication and associated occurrence of hypoxic and anoxic condition in a coastal bay in Japan. **Marine Pollution Bulletin**. v. 45, p.280-285, 2002.

KIMPARA, J. M. **Sustentabilidade, manejo da água e da aeração no cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em água hipereutrófica**. Dissertação de doutorado, Centro de Aquicultura da UNESP/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2011.

KUBITZA, F. Larvicultura de peixes nativos. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 77, p. 46-56, 2003.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. CIP – USP, 1999.

KUBITZA, F., Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 132, p. 13-25, 2012.

KUBITZA, F., Manejo na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**, v. 19, n. 111, p. 13-27, 2009.

KUBITZA, F., O mar está para peixe... para peixe cultivado. **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n.100, p.14-23, 2007.

LIMA, L. C.; RIBEIRO, L. P.; LEITE, R. C.; MELO, D. C. Estresse em peixes (Stress in fishes). **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.113-117, 2006.

LIMA, M. **Levantamento dos pontos críticos e aplicação de boas práticas de manejo na base de piscicultura Carlos Eduardo Matiaze**. Presidente Médici, RO, 2014.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R.de; FUJIMOTO, R.Y.; NOMURA, D. T. FENERICK Jr, J. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho X *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 28(2): p. 195-204, 2002.

MARTINS, M.L., M. TAVARES-DIAS, R.Y. FUJIMOTO, E.M. ONAKA AND D.T. NOMURA. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.**, v. 56: p.640-646, 2004a.

MARTINS, M.L.; PILARSKY, F.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T.; FENERICK JR., J.; RIBEIRO, K.; MYIAZAKI, D.M.Y.; CASTRO, M.P.; MALHEIROS, E.B. Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.71-80, 2004a.

MASSER, M. P.; CICHRA E.; GILBERT, R. J. Fee-fishing ponds: management of food fish and water quality. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 480, p. 1-8, 1993.

MCCORMICK, S.D.; O'DEA, M.F.; MOECKEL, A.M.; BJORNSSON, B.T. Endocrine and physiological changes in Atlantic salmon smolts following hatchery release. **Aquaculture**, Amsterdam, 222: 45-57, 2003.

MEDEIROS, I. D. **Desempenho zootécnico e hematológico do tambaqui (*Colossoma macropomum*, (CUVIER, 1818)) submetido ou não à aeração mecânica contínua.** Presidente Médici, RO, 2014.

MERIGHE, G. K. F., PEREIRA-DA-SILVA, E. M., NEGRÃO, J.A., RIBEIRO, S. Efeito da Cor do Ambiente sobre o Estresse Social em Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.4, p.828-837, 2004.

MORAES, G., CHIPPARI, A. R., GUERRA, C.D. R., GOMES, L.C. & SOUZA, R. H. S. Immediate changes on metabolic parameters of the freshwater teleost fish *Piaractus mesopotamicus* (pacu) under severe hypoxia. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga 10, 45-52, 1997.

NETO, J. P. B.; PRADO, J. F. **Nutrição e alimentação de peixes.** Cartilha do produtor. p. 1-8, dez. 2012. Disponível em: <[www.bigsal.com.br/cartilha-de-peixes-print.php](http://www.bigsal.com.br/cartilha-de-peixes-print.php)>. Acesso: 14 agos. 2014.

OBA, E.T.; CORREA, R.O.; SANTOS, J.S.; BORES, M., TOSTES, L.V.; MARINHO, R.G.B.; MEYER, G.; MARTINS JÚNIOR, H. **Efeitos fisiológicos da utilização de probiótico na alimentação de tambaqui**, Belém, PA, 2010.

OLIVEIRA, A. M. B. M. S.; CONTE, L. e CYRINO, J. E. P. **Produção de Characiformes autóctones.** In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M.; Catagnolli, N. Tópicos especiais em Piscicultura de Água Doce tropical Intensiva. 1º ed. São Paulo: Editora TecArt, 2004.

OMOREGIE, E. Changes in the haematology of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Trewavas under the effect of crude oil. **Acta Hydrobiologica**. Cracow, 40(4): 287-292, 1998.

PARMA-DE-CROUX, M. J. Metabolic rate and oxygen consumption requirements of some fish species from the middle Parana river. **Acta Biology Venez.** v. 15, p.1-10, 1994.

PLISETSKAYA, E. M., KUZMINA, V. V.. Glycogen content in organs of Agnatha (Cyclostomata) and fish (Pisces). **Probl. Ichthyol.** 12, 297–306, 1972.

RANTIN, F. T.; MARINS, M. A. Como os teleósteos respondem à hipóxia ambiental – uma revisão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos: p. 673-691, 1984.

RANZANI-PAIVA, M.T.J. & SILVA-SOUZA, A.T. **Hematologia de Peixes Brasileiros.** In: Sanidade de Organismos Aquáticos / organizadores Maria José Tavares Ranzani-Paiva, Ricardo Massato Takemoto, Maria de Los Angeles Perez Lizama. – São Paulo: Editora Varela, 2004.

RIBEIRO, P. A. P., MELO, D. C., COSTA, L. S., TEIXEIRA, E. A. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce.** Belo Horizonte, MG, 2012.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** Porto Alegre: Bookman, 2004.

ROTTA, M. A. **Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 48 p. – (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1973; 53). Disponível em:

<<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC53.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2014, 2003.

SANTOS, G. M.; EFREM, J. G. F.; JANSEN, A. S. **Peixes comerciais de Manaus. Characiformes. Manaus: Ibama/AM, ProVárzea**, v. 4, p. 31. Disponível em: [http://www.zoologia.ufam.edu.br/Vertebrados%20I%202011/Peixes\\_comerciais\\_de\\_Manus4.pdf](http://www.zoologia.ufam.edu.br/Vertebrados%20I%202011/Peixes_comerciais_de_Manus4.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2014, 2006.

SILVA, A. S. E., LIMA, J. T. A. X., BLANCO, B. S. HEMATOLOGIA EM PEIXES (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA). **Revista Centauro** v.3, n.1, p24 - 32, Versão On-line ISSN 178-7573, 2012.

SILVA, C.A. e CARNEIRO, P. Qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação da água. Editoração eletrônica. Embrapa, 2007.

SILVA, R. D., ROCHA, L. O., FORTES, B.D.A., VIEIRA, D., FIORAVANTI, M. C. S. Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) sob estresse por exposição ao ar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Goiânia, GO, 32 (1), 99-107, 2012.

SMALL, B.C. Effect of dietary cortisol administration on growth and reproductive success of channel catfish. **J Fish Biol**, v.64, p.589-596, 2004.

TAVARES-DIAS, M. e MORAES, F.R. Características Hematológicas da Tilapia rendalli Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em pesque-pague de Franca, São Paulo, Brasil. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 19, n. 1 p. 107 – 114, Jan./Abr., 2003.

TAVARES-DIAS, Marcos. **Variáveis hematológicas de teleósteos brasileiros de importância zootécnica**. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal: Centro de Aquicultura, [www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2007/f\\_18\\_2007.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2007/f_18_2007.pdf), 2003.

VIJAYAN, M.M.; PEREIRA, C.; GRAU, E.G.; IWAMA, G.K. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. Comp. **Comparative Physiology and Biochemistry**, Oxford, 116C(1): 89-95, 1997.

WEEMAC – Equipamentos para piscicultura. Santa Catarina. Disponível em <http://www.weemac.com.br/aerador-chafariz-1cv-piscicultura-5>. Acesso em 15/08/2014, 2011.

WENDELAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v.77, p.591-625, 1997.

ZUIM, S. M. F.; ROSA, A. A. M.; CASTAGNOLLI, N. Influence of sex and environment on metabolic parameters of n pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) during final maturation stage. **Bulletin of the Aquaculture Association of Canada**, v. 88, p. 55-56, 1988.